

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

20. September 2012 (20.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/123280 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 70/44 (2006.01) B29C 70/54 (2006.01)

B29C 70/48 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053785

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. März 2012 (06.03.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 013 742.4 11. März 2011 (11.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **VERFAHRENSTECHNIK HÜBERS GMBH**
[DE/DE]; Schlavenhorst 39, 46395 Bocholt (DE). **BAYER**
MATERIAL SCIENCE AG [DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-
Allee, 51368 Leverkusen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANKEN, Klaus**
[DE/DE]; Wagnerstraße 14, 51467 Bergisch Gladbach

(DE). **PASSMANN, Dirk** [DE/DE]; Matzenbergstraße
148, 46145 Oberhausen (DE). **LINDNER, Stefan**
[DE/DE]; Hansaring 93, 50670 Köln (DE). **NORDMANN,**
Peter [DE/DE]; Bahnhofstraße 37, 41539 Dormagen
(DE). **VEELKEN, Christian** [DE/DE]; Lange Stiege 61,
46325 Borken (DE). **GEHRIG, Michel** [CH/CH];
Bölchenstraße 11, CH-4410 Liestal (CH). **TERHARDT,**
Josef [DE/DE]; Burloer Diek 19, 46414 Rhede (DE).

(74) Anwalt: **THIELMANN, Andreas**; Cohausz & Florack,
Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MOULDED BODIES CONSISTING OF FIBRE-REINFORCED COMPOSITE MATERIALS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON FORMKÖRPERN AUS FASERVERSTÄRKTEN VERBUNDWERKSTOFFEN

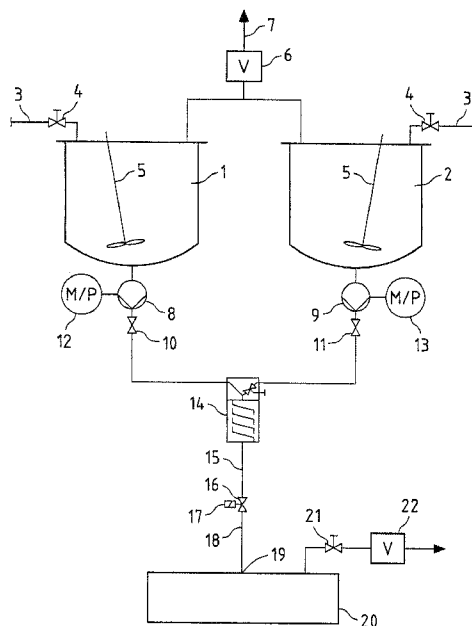


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing moulded bodies consisting of fibre-reinforced composite materials, comprising the following steps: providing and degasifying a resin component, providing and degasifying a curing agent component, mixing the resin component and the curing agent component, and pouring the mixture of resin and curing agent components into a casting mould (20). To allow production of moulded bodies consisting of fibre-reinforced composite materials having improved mechanical properties and in particular to be able to produce bubble-free moulded bodies consisting of fibre-reinforced composite materials, it is proposed for the mixing to be carried out under a constant vacuum and pouring to be carried out with exclusion of air.

(57) Zusammenfassung: Dargestellt und beschrieben ist ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen, umfassend die folgenden Schritte: Bereitstellen und Entgasen einer Harzkomponente, Bereitstellen und Entgasen einer Härterkomponente, Vermischen von Harzkomponente und Härterkomponente, und Einfüllen der Mischung aus Harz- und Härterkomponente in eine Gießform (20). Um die Herstellung von Formkörpern aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen mit verbesserten mechanischen Eigenschaften zu ermöglichen und insbesondere, um blasenfreie Formkörper aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen herstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass das Vermischen bei anhaltendem Unterdruck und das Einfüllen unter Luftabschluss durchgeführt werden.



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

**Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus
faserverstärkten Verbundwerkstoffen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen,
umfassend die folgenden Schritte: Bereitstellen und Entgasen
5 einer Harzkomponente, Bereitstellen und Entgasen einer Härterkomponente, Vermischen von Harzkomponente und Härterkomponente, und Einfüllen der Mischung aus Harz- und Härterkomponente in eine Gießform.

10

Bei einem faserverstärkten Verbundwerkstoff, kurz Faserverbundwerkstoff, handelt es sich um einen Mehrphasenwerkstoff, der wenigstens zwei Hauptkomponenten, nämlich einen Matrixwerkstoff und verstärkende Fasern
15 aufweist.

Bei dem Matrixwerkstoff handelt es sich üblicherweise um einen Kunststoff. Besonders häufig werden als Matrixwerkstoff Duromere wie etwa Kunstharze, Elastomere oder Thermoplaste
20 eingesetzt. Während Thermoplaste bei Raumtemperatur fest sind, liegen Kunstharze und Elastomere bis zu ihrer Aushärtung flüssig vor. Daher werden Kunstharze und Elastomere regelmäßig mit einem Härter vermischt, bevor sie als Matrixwerkstoff für Faserverbundwerkstoffe verwendet
25 werden.

Als verstärkende Fasern werden bei Faserverbundwerkstoffen häufig Kohlenstofffasern, Glasfasern und Aramidfasern

eingesetzt. Gebräuchlich sind ferner Keramikfasern, Metallfasern und Nylonfasern. Seltener werden auch Naturfasern wie Flachs- oder Hanffasern verwendet.

- 5 Aus der Praxis sind zahlreiche Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus Faserverbundwerkstoffen bekannt.

Bei dem klassischen Handlegeverfahren werden Fasermatten von Hand in eine Form eingelegt und mit Kunstharz imprägniert.

- 10 Anschließend wird der Verbund mit Hilfe einer Rolle durch Anpressen entlüftet. Diese Schritte können mehrmals wiederholt werden, um die gewünschte Schichtdicke zu erreichen. Abschließend härtet das Bauteil durch die chemische Reaktion von Harz und Härter bei Umgebungsdruck
15 aus. Nachteilig an dem Handlegeverfahren sind die eher geringe Bauteilqualität und der hohe manuelle Aufwand.

Ein weiteres bekanntes Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus Faserverbundwerkstoffen ist das Vakuum-

- 20 Infusionsverfahren. Bei diesem Verfahren werden die trockenen Fasermatten zunächst in eine Gießform gelegt. Über die Fasermatten wird sodann eine luftdichte Folie gelegt, deren Ränder mittels Dichtband an den Rändern der Gießform befestigt werden. Auf diese Weise entsteht zwischen der
25 Gießform und der Folie ein abgeschlossener Raum, welcher die Fasermatten enthält. Anschließend wird der die Fasermatten enthaltende Raum evakuiert. Der Matrixwerkstoff, häufig eine Mischung aus einem Harz und einem Härter, wird nach dem Mischen üblicherweise in einem Vorlagebehälter bei
30 Umgebungsdruck bereitgestellt. Im einfachsten Fall handelt es sich bei dem Vorlagebehälter um einen Eimer. Aufgrund der Druckdifferenz zwischen der evakuierten Gießform und dem

offenen Vorlagebehälter kann der flüssige Matrixwerkstoff durch einen Schlauch aus dem Vorlagebehälter in die evakuierte Gießform gesaugt werden. Ein Vakuum-Infusionsverfahren zur Herstellung von Windmühlenflügeln ist
5 beispielsweise aus der DE 602 10 729 T2 bekannt.

Mit dem beschriebenen Vakuum-Infusionsverfahren können höhere Bauteilqualitäten erreicht werden als mit dem Handlegeverfahren. Die höhere Qualität der Bauteile kommt
10 insbesondere durch eine geringere Anzahl von Gasblasen, bzw. Luftblasen in den Bauteilen zum Ausdruck. Durch das Vakuum in der Gießform verkleinert sich der Raum zwischen der Wand der Gießform und der luftdichten Folie, so dass die Fasermatten und die Mischung aus Harz und Härter zusammengezogen werden.
15 Dies hat zur Folge, dass Lufteinschlüsse aus dem aushärtenden Formkörper gepresst werden. Das Vakuum stellt somit sicher, dass keine Luftblasen in dem Faserverbundbauteil verbleiben. Das Vakuum verringert die Anzahl der Lufteinschlüsse zudem aufgrund der Tatsache, dass die Löslichkeit von Gasen in
20 Flüssigkeiten, hier in der Mischung aus Harz und Härter, bei sinkendem Druck abnimmt.

Gleichwohl hat das dargestellte Vakuum-Infusionsverfahren den Nachteil, dass sich die durch den Unterdruck hervorgerufenen
25 Vorteile auf den letzten Herstellungsschritt, nämlich auf das Einfüllen der Mischung von Harz und Härter in die Gießform, beschränkt. Bei den vorausgehenden Verfahrensschritten, etwa dem Mischen von Harz und Härter oder dem Bereitstellen der Mischung aus Harz und Härter in Vorlagebehältern, herrscht
30 hingegen bei bekannten Vakuum-Infusionsverfahren kein Unterdruck. Dies hat zur Folge, dass Harz und Härter beim Mischen und auch beim Einfüllen in die Gießform regelmäßig

noch Luftblasen aufweisen, die in der Gießform nicht vollständig aus dem aushärtenden Material gepresst werden können. Zudem können bei Verfahrensschritten, die bei Atmosphärendruck durchgeführt werden sogar neue Luftblasen entstehen.

Faserverbundwerkstoffe mit Lufteinschlüssen weisen deutlich verringerte mechanische Eigenschaften wie Festigkeit und Zähigkeit auf. Zudem verringern sich die mechanischen

Eigenschaften bei faserverstärkten Materialien durch Luftblasen stärker als bei homogenen Materialien, da die Luftblasen die Spannungsübertragung zwischen dem Matrixwerkstoff und den Fasern behindern können. Schließlich lassen sich Luftblasen bei faserverstärkten Materialien aufgrund der dichten Struktur der Fasermatten schwieriger aus dem aushärtenden Material entfernen als bei homogenen Materialien. Bei der Herstellung von Faserverbundwerkstoffen sollte daher bereits die Entstehung von Luftblasen verhindert werden, da bereits entstandene Luftblasen nur schwer aus dem aushärtenden Bauteil entfernt werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das eingangs beschriebene und zuvor näher dargestellte Verfahren derart auszugestalten und weiterzubilden, dass die Herstellung von Formkörpern aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen mit verbesserten mechanischen Eigenschaften ermöglicht wird. Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, blasenfreie Formkörper aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen herzustellen.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 dadurch, dass das Vermischen

bei anhaltendem Unterdruck und das Einfüllen unter Luftabschluss durchgeführt werden.

Um den durch das Entgasen erreichten blasenfreien Zustand von Harz und Härter im weiteren Verlauf des Verfahrens beizubehalten, hat die Erfindung erkannt, dass die dem Entgasen nachfolgenden Verfahrensschritte, insbesondere das Vermischen von Harz und Härter, bei kontinuierlichem Unterdruck durchgeführt werden sollen. Die Komponenten Harz und Härter sollen erfindungsgemäß also einem Unterdruck ausgesetzt sein, nachdem sie entgast wurden. Durch den anhaltenden Unterdruck wird erreicht, dass Harz und Härter nach dem Entgasen ihren blasenfreien Zustand auch beim Vermischen beibehalten. Unter anhaltendem Unterdruck wird nicht zwingend ein konstanter Unterdruck verstanden, er kann durchaus im Verlauf des Verfahrens variieren. Mit einem anhaltenden Unterdruck ist gemeint, dass der Druck vom Entgasen der Komponenten bis zum Verlassen der Mischeinrichtung permanent geringer ist als der Atmosphärendruck. Erfindungsgemäß erfolgt das anschließende Einfüllen der Mischung in die Gießform komplett unter Luftabschluss, um die Möglichkeit eines Eintrags von Luft zuverlässig auszuschließen.

Die Verfahrensschritte Entgasen der Harzkomponente, Entgasen der Härterkomponente und Vermischen beider Komponenten müssen nicht zwingend in einer bestimmten Reihenfolge ablaufen. Es ist im Rahmen der Erfindung sowohl möglich, dass Harz und Härter vor dem Vermischen entgast werden als auch dass Harz und Härter nach dem Vermischen als Teil einer Mischung gemeinsam entgast werden.

Die Erfindung hat erkannt, dass eine optimale Bauteilqualität voraussetzt, dass bereits die beiden Ausgangsstoffe der Matrix, also das Harz und der Härter, entgast werden. Die Entgasung kann beispielsweise erfolgen, indem Harz und/oder Härter in einer dünnen Schicht über eine geneigte Fläche, etwa ein Verteilerblech, gegossen werden. Im einfachsten Fall können Harz und Härter auch dadurch entgast werden, dass die beiden Komponenten eine bestimmte Zeit ruhen, um Lufteinschlüsse durch die Gewichtskraft von allein aus den Komponenten zu entfernen. Unter Entgasen wird daher jede Maßnahme verstanden, die geeignet ist, den Gasgehalt von Harz und Härter zu verringern. Um die Aufbereitung von Harz und Härter zu optimieren, kann das Entgasen auch das Entfeuchten und/oder das Homogenisieren von Harz und Härter umfassen. Eine Vorrichtung zum Entgasen von viskosen Produkten ist beispielsweise aus der DE 100 18 856 C1 bekannt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass bereits das Entgasen der Harzkomponente und/oder das Entgasen der Härterkomponente bei anhaltendem Unterdruck und/oder erhöhten Temperaturen durchgeführt werden. In Versuchen hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die Harzkomponente bei einem Druck zu evakuieren, der mindestens 0,1 mbar beträgt und unterhalb des Restdruckes in der evakuierten Gießform liegt, bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 200 mbar, und besonders bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 5 mbar. Die Temperatur liegt beim Entgasen der Harzkomponente innerhalb eines Temperaturbereiches zwischen 20 °C und 140 °C, bevorzugt zwischen 20 °C und 100 °C, und besonders bevorzugt zwischen 40 °C und 70 °C.

Auch die Härterkomponente wird vorzugsweise bei einem Druck evakuiert, der mindestens 0,1 mbar beträgt und unterhalb des Restdruckes in der evakuierten Gießform liegt, bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 200 mbar, und besonders bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 5 mbar. Die Temperatur liegt auch beim Entgasen der Härterkomponente bevorzugt zwischen 20 °C und 140 °C, bevorzugt zwischen 20 °C und 100 °C, und besonders bevorzugt zwischen 40 °C und 70 °C.

- 10 Eine weitere Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass die Komponenten Harz und Härter in einer Mischeinrichtung vermischt werden. Zum Vermischen werden in weiterer Ausgestaltung der Erfindung statische Mischer, also Mischer ohne aktiv angetriebene Rührelemente, eingesetzt. Statische
15 Mischer haben den Vorteil, besonders schonend zu mischen, so dass keine Lufteinschlüsse entstehen.

Das sich anschließende Einfüllen in die Gießform unter Luftabschluss kann durch eine Dosierpumpe, insbesondere durch
20 eine druckgeregelte Dosierpumpe erfolgen. Eine druckgeregelte Dosierpumpe erlaubt es, das Einfüllen von Harz und Härter besonders genau zu steuern.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen,
25 dass die Gießform eine geschlossene Gießform ist und dass die Mischung aus Harz und Härter mit einem höheren Fülldruck gefüllt wird als der umgebende Luftdruck, innerhalb eines Druckbereichs von 1 bar bis 100 bar, bevorzugt zwischen 1 bar und 20 bar und besonders bevorzugt zwischen 1 bar und 5 bar.

30

Eine alternative Lösung sieht vor, dass die Gießform eine offene Gießform ist und dass die Mischung aus Harz und Härter

mit einem geringeren Fülldruck gefüllt wird als der umgebende Luftdruck, innerhalb eines Druckbereichs von 0,1 bar bis 1 bar, vorzugsweise zwischen 0,1 bar und 0,9 bar. In der Gießform herrscht dabei nach einer weiteren Lehre der Erfindung ein Unterdruck, der geringfügig oberhalb des Evakuierungsdruckes der Harz- und Härterkomponenten liegt.

Der Fülldruck sollte deutlich über dem Druck der Gießform liegen, um eine ausreichende Einfüllgeschwindigkeit zu erreichen. Die Verarbeitung beim Einfüllen unter Luftabschluss stellt dabei sicher, dass die entgaste Mischung aus Harz und Härter stets blasenfrei bleibt.

Auch Gießformen für große Bauteile können zügig mit Harz und Härter befüllt werden, indem nach einer weiteren Lehre der Erfindung vorgesehen ist, dass die Mischung aus Harz und Härter über wenigstens zwei Infusionspunkte in die Gießform eingefüllt wird. Bei einer Verfahrensführung mit mehreren Infusionspunkten können Harz und Härter vermischt werden, bevor die Mischung in mehrere Teilströme aufgeteilt wird. Ebenso ist es denkbar, Harz und Härter getrennt zu den Infusionspunkten zu leiten und erst dort zu vermischen, so dass die Anzahl der Mischeinrichtungen der Anzahl der Infusionspunkte entspricht.

In weiterer Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass als Matrixmaterial zur Herstellung der faserverstärkten Verbundbauteile Polyurethan, Polyesterharz, Vinylesterharz, Epoxidharz, Silikonharz und/oder sonstige Harze verwendet werden.

Zur Verstärkung des Matrixwerkstoffs sieht eine weitere Lehre der Erfindung vor, dass die Gießform mit Fasern ausgelegt wird und dass als Fasern zur Herstellung der faserverstärkten Verbundbauteile Glasfasern, Kohlenstofffasern, Keramikfasern, Mineralfasern, Aramidfasern, Basaltfasern, Metallfasern oder sonstige Fasern verwendet werden. Die Fasern können dabei als Rovings, Gelege, Gewebe oder in sonstiger Form eingelegt werden.

- 10 Die Herstellung kann besonders kostengünstig erfolgen, wenn gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Fasern in trockenem Zustand in die Gießform gelegt werden. Unter einem trockenen Zustand wird ein Zustand verstanden, in dem die Fasern noch nicht imprägniert sind, also noch nicht mit dem Matrixwerkstoff getränkt sind. Alternativ oder aber auch zusätzlich ist es denkbar, dass die Fasern in imprägniertem Zustand in die Gießform gelegt werden.

- Besonders bei hohl geformten Bauteilen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass neben den Fasern auch Strukturelemente in die Gießform eingebracht werden, bevor die Mischung aus Harz und Härter eingefüllt wird. Bei den Strukturelementen kann es sich beispielsweise um Verstärkungselemente aus Metall handeln, die zusammen mit den Fasern in die Gießform gelegt werden, bevor das Injizieren von Harz und Härter beginnt.

- Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Herstellung von Bauteilen für Windkraftanlagen verwendet werden. Bauteile von Windkraftanlagen sind regelmäßig besonders hohen statischen und dynamischen Belastungen ausgesetzt. Zudem stehen Windkraftanlagen häufig an entlegenen Orten, etwa in wenig

besiedelten Gebieten oder in der offenen See („off-shore“), was den Austausch von Bauteilen besonders aufwändig und teuer macht. Daher wird insbesondere bei Windkraftanlagen eine hohe Zuverlässigkeit von Faserverbundwerkstoffen gewünscht. Das

5 erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Herstellung von blasenfreien Bauteilen, die eine präzise Lebensdauerberechnung erlauben und somit die Anforderungen für den Einsatz bei Windkraftanlagen erfüllen.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Herstellung von Rotorblättern für Windkraftanlagen verwendet werden, wobei die Rotorblätter einen Schichtaufbau mit den folgenden Schichten aufweisen:

- eine Trennmittelschicht,
- 15 - gegebenenfalls eine Gelcoatschicht,
- eine mit Kunststoff behandelte Faserschicht,
- gegebenenfalls eine Distanzhalterschicht,
- eine mit Kunststoff versehene Faserschicht und
- gegebenenfalls eine Kunststofffolie,

20 Erfindungsgemäß wird hier als Kunststoff Polyurethan eingesetzt.

Rotorblätter weisen aufgrund der aerodynamischen Erfordernisse eine komplexe Oberflächenform auf. Zudem sind

25 sie hohen Kräften ausgesetzt. Daher sind Faserverbundwerkstoffe besonders gut für Rotorblätter geeignet. Dies gilt sowohl für Rotorblätter von Windkraftanlagen, als auch für Bauteile von Hubschraubern Flugzeugen. Rotorblätter und Rümpfe, Leitwerke oder

30 Tragflächen müssen bei hoher Festigkeit besonders leicht sein, so dass eine präzise Bestimmbarkeit der mechanischen Eigenschaften der eingesetzten Materialien erforderlich ist.

Durch die Möglichkeit, blasenfreie Bauteile herzustellen, erfüllt das erfindungsgemäße Verfahren diese Vorgaben.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nach einer weiteren
5 Ausbildung der Erfindung auch zur Herstellung von einzelnen Bauteilen von Windkraftanlagen, insbesondere von Wurzeln, Stegen, Spanten und Gurten von Rotorblättern verwendet werden. Bei diesen Bauteilen handelt es sich um Verstärkungs- oder Anschlusselemente, welche fest mit dem Rotorblatt oder
10 anderen Bauteilen verbunden sind. Da diese Bauteile oftmals im Inneren des Rotorblatts angeordnet sind, bietet es sich an, die Bauteile bereits in die Gießform zu legen, bevor Harz und Härter eingefüllt werden. Wurzeln, Stege, Spanten und Gurte von Rotorblättern und Tragflächen sind hohen
15 Belastungen ausgesetzt und ein Versagen dieser Bauteile führt üblicherweise zu einem Defekt des gesamten Rotorblatts. Daher müssen auch bei diesen Bauteilen die mechanischen Eigenschaften exakt berechnet und somit vorausgesagt werden können. Aufgrund der Möglichkeit, blasenfreie Bauteile
20 herzustellen, erfüllt das erfindungsgemäße Verfahren auch diese Anforderungen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer lediglich bevorzugte Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher
25 erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine erste Anlage zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

30 Fig. 2 eine zweite Anlage zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 eine dritte Anlage zur Ausführung des
erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 4 eine Übersicht über verschiedene Gießformen des
erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt eine erste Anlage zur Ausführung des
erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Anlage weist zwei
Vorratsbehälter 1, 2 auf, von denen der eine Vorratsbehälter
1 zur Aufnahme von Harz bestimmt ist und der andere
Vorratsbehälter 2 Härter aufnehmen soll. Beide
Vorratsbehälter 1, 2 können über Zuleitungen 3, die sich mit
Ventilen 4 absperren und öffnen lassen, befüllt werden. Das
Harz in den Vorratsbehältern 1 und 2 kann über Rührwerke 5
umgerührt werden. Entgegen der Darstellung in Fig. 1 kann
auch nur ein einziger Vorratsbehälter ein Rührwerk aufweisen.
Die Vorratsbehälter 1, 2 können über eine
Evakuierungseinrichtung 6 und einen Auslass 7 mit einem
Unterdruck beaufschlagt werden.

Das Harz in dem Vorratsbehälter 1 kann über eine Dosierpumpe
8 weitergeleitet werden. In entsprechender Weise kann der
Härter aus dem Vorratsbehälter 2 über eine Dosierpumpe 9
weitergeleitet werden. Den Dosierpumpen 8, 9 sind
Rückschlagventile 10, 11 nachgeschaltet. Angetrieben werden
die Dosierpumpen 8, 9 über Antriebseinrichtungen 12, 13, die
beispielsweise einen Elektromotor und einen pneumatischen
Zylinder umfassen können. Harz und Härter treffen in einer
Mischeinrichtung 14 zusammen und werden dort statisch, das
heißt ohne aktive Rührelemente, vermischt. Die Weiterleitung
erfolgt in einer Leitung 15 mit einem Sperrventil 16, das von
einer Steuereinrichtung 17 gesteuert wird. Über eine

Infusionsleitung 18 gelangt die Mischung aus Harz und Härter schließlich über einen Infusionspunkt 19 in eine Gießform 20. Die Gießform 20 wird über eine mit einem Ventil 21 abspernbare Evakuierungseinrichtung 22 mit einem Unterdruck beaufschlagt. Es ist von großer Bedeutung, dass nach dem Evakuieren von Harz und Härter keine Luft mehr in die Leitungen oder die Gießform gelangen kann, um zu garantieren, dass das Einfüllen unter Luftabschluss durchgeführt werden kann.

10

In Fig. 2 ist eine zweite Anlage zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Für funktionsgleiche Bauteile werden die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet. Die in Fig. 2 gezeigte Anlage unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Anlage zunächst dadurch, dass eine größere Gießform 20 verwendet wird. Hierzu weist die Infusionsleitung 18 ein Mehrwegventil 23 auf, an dem sich die Infusionsleitung 18 in drei Leitungen aufspaltet. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass die in Fig. 2 dargestellte Gießform 20' drei Infusionspunkte 19 aufweist. Auf diese Weise kann die Mischung aus Harz und Härter bei der Herstellung eines großen Bauteils schneller und gleichmäßiger in die Gießform eingebracht werden als dies mit einem einzelnen Infusionspunkt möglich wäre. Auch die Gießform 20' kann über eine mit einem Ventil 21 abspernbare Evakuierungseinrichtung 22 mit einem Unterdruck beaufschlagt werden.

30

Eine dritte Anlage zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 3 dargestellt. Auch hier werden für funktionsgleiche Bauteile die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 bzw. Fig. 2 verwendet. Wie in der zweiten, in Fig. 2

dargestellten Anlage soll auch in der dritten, in Fig. 3 gezeigten Anlage eine größere Gießform 20' befüllt werden. Ein Unterschied zwischen den beiden Anlagen liegt darin, dass in Fig. 3 jedem der drei Infusionspunkte 19 eine eigene

5 Mischeinrichtung 14 zugeordnet ist. Hierzu werden aus dem Gesamtstrom von Härter und Harz nach dem Austritt aus den Vorratsbehältern 1, 2 separate Teilströme 24 abgezweigt und über Ventile 25 zu den einzelnen Mischern 14 geleitet. Die Ventile 25 werden über Steuereinrichtungen 26 gesteuert. Die

10 in Fig. 3 gezeigte Anlage ist komplexer aufgebaut als die Anlage in Fig. 2, ermöglicht es jedoch, an jedem der Infusionspunkte 19 die Einfüllgeschwindigkeit und den Einfülldruck individuell einzustellen. Auf diese Weise lassen sich auch Formen mit komplizierter Geometrie gleichmäßig und

15 zuverlässig befüllen. Die Gießform 20' kann wiederum über eine mit einem Ventil 21 absperrbare Evakuierungseinrichtung 22 mit einem Unterdruck beaufschlagt werden.

In Fig 4. sind schließlich einige Varianten von Gießformen

20 näher dargestellt. In dem in Fig. 4A dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Gießform 20 zunächst zweiteilig ausgebildet und weist zwischen zwei Schalen 20A und 20B einen Hohlraum 27 auf, welcher mit angedeuteten Fasern 28 ausgelegt ist. In Fig. 4B ist eine größere Gießform 20' aus zwei

25 Teilschalen 20A' und 20B' gezeigt, welche durch verschiedene Füllleitungen 18 über geeignete, der jeweiligen Geometrie des Hohlraumes 27' angepasste, vorbestimmte Infusionspunkte 19, beispielsweise mit den Anlagen gemäß Fig. 2 oder Fig. 3 mit der die Mischung aus Harz und Härter befüllt wird. Auch hier

30 kann im Inneren der Gießform 20' wiederum Fasermaterial 28' enthalten sein.

Fig. 4C zeigt eine alternativ zu verwendende Gießform 20'' in der sog. offenen Bauweise. Hier dient eine untere Schale 29 als Negativform für das herzustellende Bauteil. Nach oben wird die Schale 29 von einer luftdichten Folie 30 begrenzt.

- 5 Wie bei den anderen Formen befindet sich im Inneren der Gießform 20'' auf der Schale 29 ein Gelege aus Fasermaterial 31. Dichtstreifen 32 an den Rändern der Schale 29 sorgen für eine umlaufende Verbindung zwischen Schale 29 und Folie 30. Auf diese Weise entsteht zwischen der Schale 29 und der Folie
- 10 30 ein abgeschlossener Raum, welcher das Fasermaterial 31 enthält. Zur Vermeidung von Lufteintritt wird der entstandene Hohlraum mittels der Evakuierungseinrichtung 22 evakuiert. Die Füllung mit dem Matrixwerkstoff, also der entgasten Mischung aus Harz und Härter kann auf diese Weise komplett
- 15 unter Luftabschuss erfolgen. Durch die Abfüllung bei Unterdruck wird auch die Folie 30 stets in der gewünschten Form gehalten. Es versteht sich, wenn auch nicht dargestellt, dass auch bei offenen Gießformen das Harz-Härter-Gemisch über eine Mehrzahl von Infusionspunkten in die Gießform gefüllt
- 20 werden kann.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus faserverstärkten Verbundwerkstoffen, umfassend die folgenden Schritte:
 - Bereitstellen und Entgasen einer Harzkomponente,
 - Bereitstellen und Entgasen einer Härterkomponente,
 - Vermischen von Harzkomponente und Härterkomponente, und
 - Einfüllen der Mischung aus Harz- und Härterkomponente in eine Gießform (20, 20', 20''),dadurch gekennzeichnet, dass das Vermischen bei anhaltendem Unterdruck und das Einfüllen unter Luftabschluss durchgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Entgasen der Harzkomponente und/oder das Entgasen der Härterkomponente bei anhaltendem Unterdruck durchgeführt wird/werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzkomponente bei einem Druck evakuiert wird, der mindestens 0,1 mbar beträgt und unterhalb des Restdruckes in der evakuierten Gießform (20, 20', 20'') liegt, bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 200 mbar, und besonders bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 5 mbar.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Harzkomponente während der Evakuierung innerhalb
eines Temperaturbereiches zwischen 20 °C und 140 °C,
5 bevorzugt zwischen 20 °C und 100 °C, und besonders
bevorzugt zwischen 40 °C und 70 °C temperiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
.0 die Härterkomponente bei einem Druck evakuiert wird, der
mindestens 0,1 mbar beträgt und unterhalb des Restdruckes
in der evakuierten Gießform (20, 20', 20'') liegt,
bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 200 mbar, und besonders
bevorzugt zwischen 0,1 mbar und 5 mbar.
.5
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Härterkomponente während der Evakuierung innerhalb
eines Temperaturbereiches zwischen 20 °C und 140 °C,
!0 bevorzugt zwischen 20 °C und 100 °C, und besonders
bevorzugt zwischen 40 °C und 70 °C temperiert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
!5 die Komponenten Harz und Härter in einer Mischeinrichtung
vermischt werden.
8. Verfahren nach Anspruche 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
!0 die Mischeinrichtung ein statischer Mischer (14) ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gießform eine geschlossene Gießform (20, 20') ist und
dass die Mischung aus Harz und Härter mit einem höheren
5 Fülldruck gefüllt wird als der umgebende Luftdruck,
innerhalb eines Druckbereichs von 1 bar bis 100 bar,
bevorzugt zwischen 1 bar und 20 bar und besonders
bevorzugt zwischen 1 bar und 5 bar.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Gießform eine offene Gießform (20'') ist und dass die
Mischung aus Harz und Härter mit einem geringeren
Fülldruck gefüllt wird als der umgebende Luftdruck,
15 innerhalb eines Druckbereichs von 0,1 bar bis 1 bar,
vorzugsweise zwischen 0,1 bar und 0,9 bar.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 3, 5 und 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Gießform (20'') auf einen Unterdruck evakuiert wird,
der geringfügig oberhalb des Evakuierungsdruckes der
Harz- und Härterkomponenten liegt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
die Mischung aus Harz und Härter über wenigstens zwei
Infusionspunkte (19) in die Gießform (20', 20'')
eingefüllt wird.
- 30 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass

als Matrixmaterial zur Herstellung der faserverstärkten Verbundbauteile Polyurethan, Polyesterharz, Vinylesterharz, Epoxidharz, Silikonharz und/oder sonstige Harze verwendet werden.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Gießform mit Fasern (28, 28', 31) ausgelegt wird und dass als Fasern zur Herstellung der faserverstärkten Verbundbauteile Glasfasern, Kohlenstofffasern, Keramikfasern, Mineralfasern, Aramidfasern, Basaltfasern, Metallfasern oder sonstige Fasern verwendet werden.

.0

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (28, 28', 31) als Rovings, Gelege, Gewebe oder in sonstiger Form eingelegt werden.

.5

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (28, 28', 31) in trockenem Zustand in die Gießform (20, 20', 20'') gelegt werden.

:0

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (28, 28', 31) in imprägniertem Zustand in die Gießform (20, 20', 20'') gelegt werden.

:5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass

:0

Strukturelemente in die Gießform (20, 20', 20'')
eingebracht werden, bevor die Mischung aus Harz und
Härter eingefüllt wird.

- 5 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 zur
Herstellung von Rotorblättern für Windkraftanlagen, wobei
die Rotorblätter einen Schichtaufbau mit den folgenden
Schichten aufweisen:
- eine Trennmittelschicht,
 - .0 - gegebenenfalls eine Gelcoatschicht,
 - eine mit Kunststoff behandelte Faserschicht,
 - gegebenenfalls eine Distanzhalterschicht,
 - eine mit Kunststoff versehene Faserschicht und
 - gegebenenfalls eine Kunststofffolie,
 - .5 dadurch gekennzeichnet, dass
als Kunststoff Polyurethan eingesetzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 zur
Herstellung von Bauteilen von Windkraftanlagen,
10 insbesondere von Wurzeln, Stegen, Spanten und Gurten von
Rotorblättern.

1/4

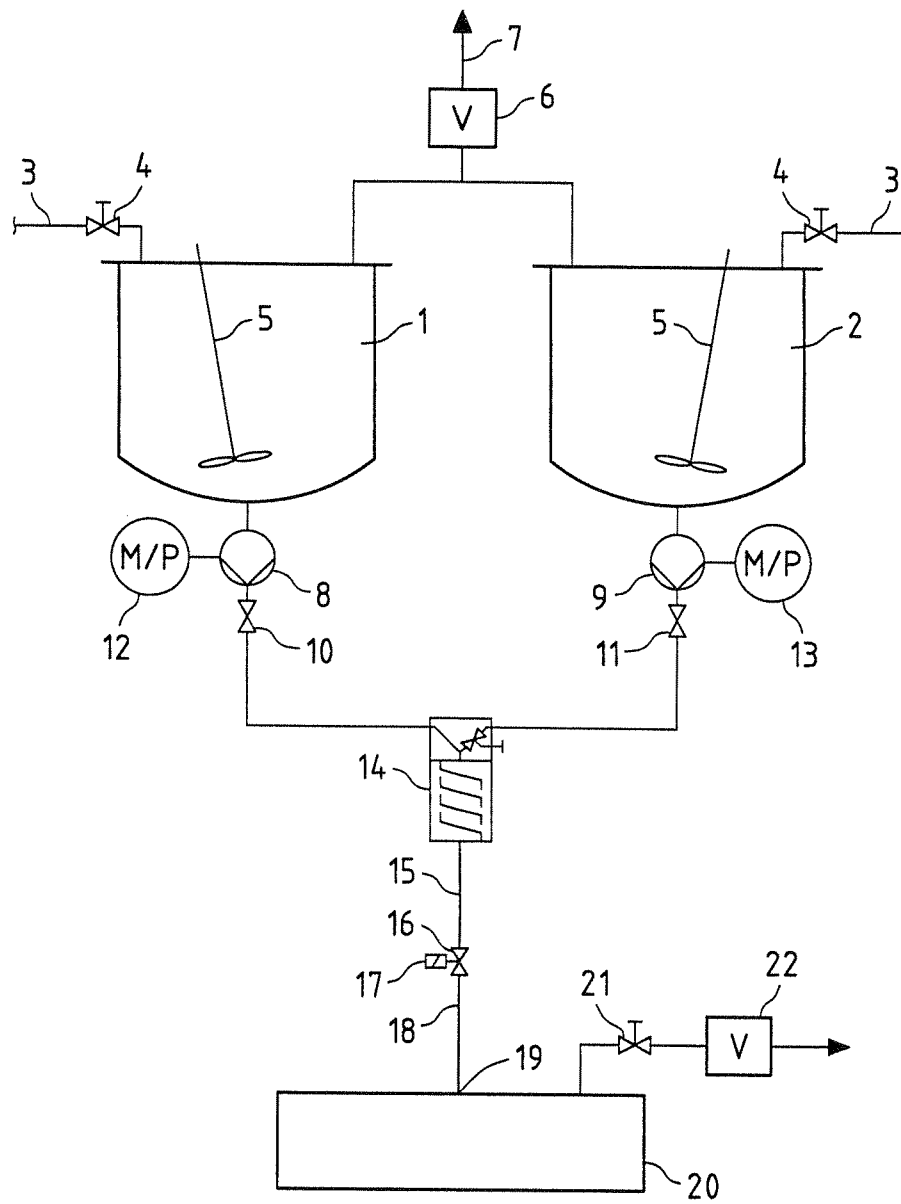


Fig.1

2/4

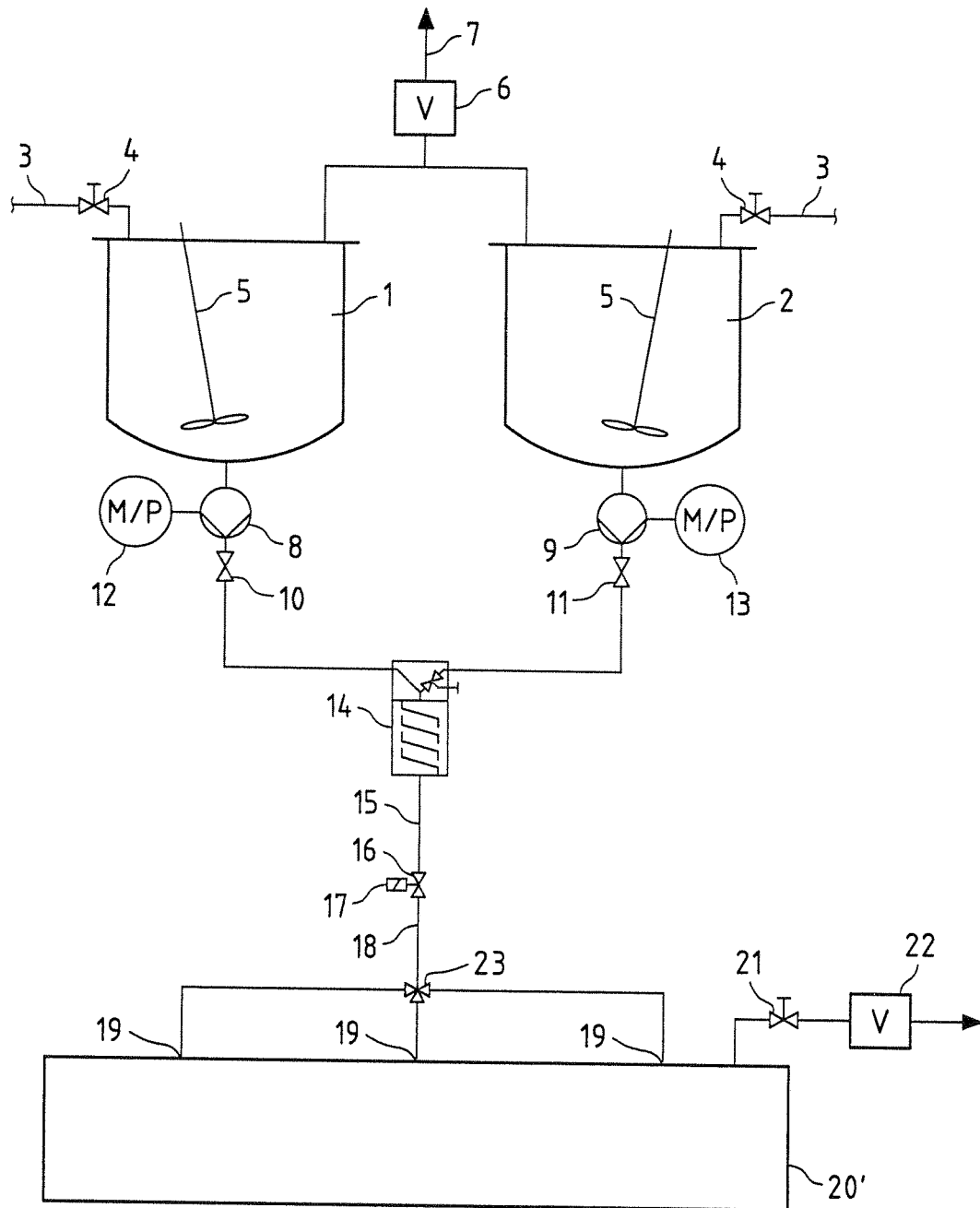


Fig.2

3/4

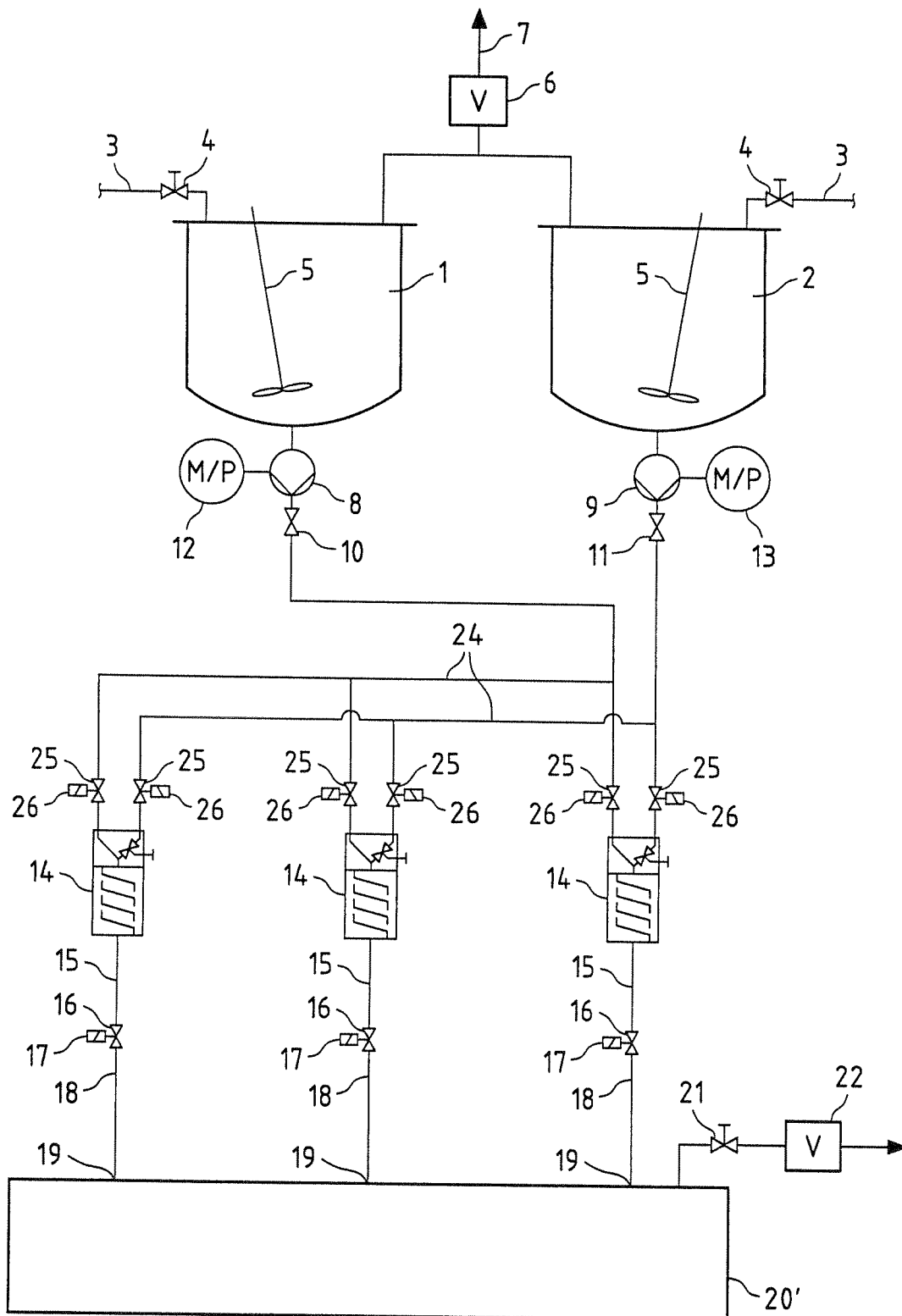
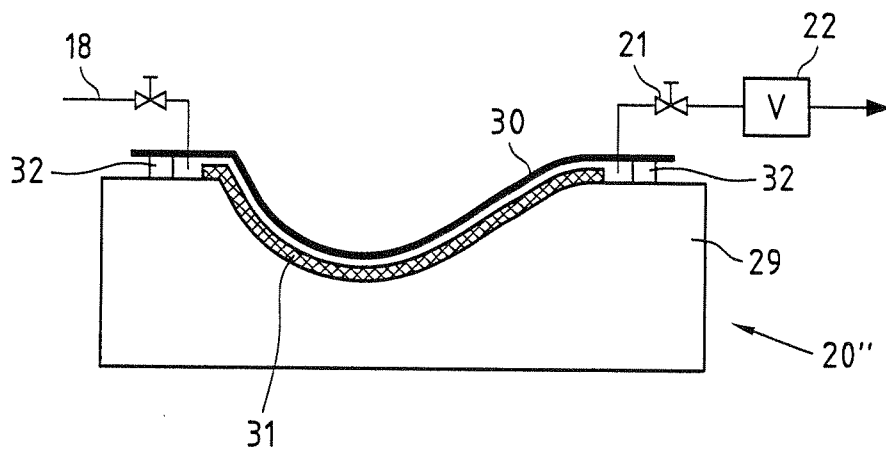
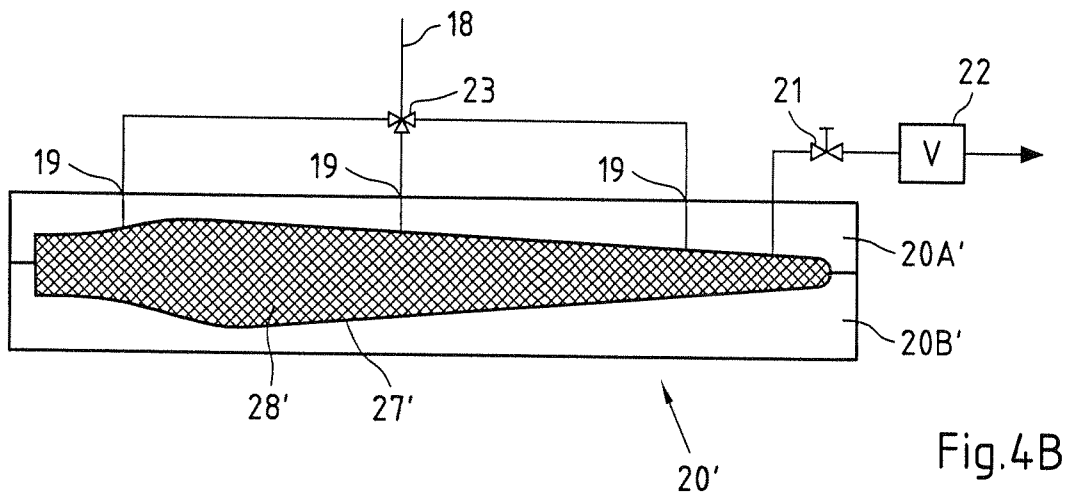
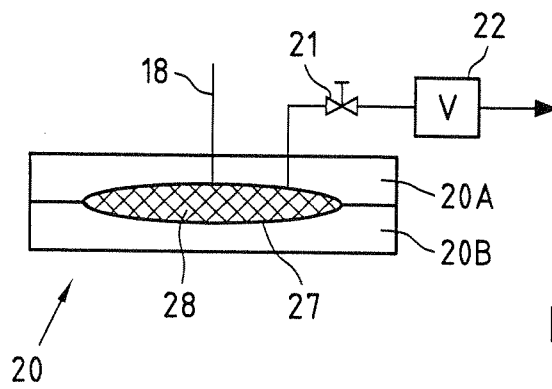


Fig.3

4/4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/053785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C70/44 B29C70/48 B29C70/54
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C B29D B29B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/182071 A1 (SEKIDO TOSHIHIDE [JP] ET AL) 9 August 2007 (2007-08-09)	1-18
Y	claim 1; figure 11 paragraph [0057]; figures 5, 8 paragraph [0192] - paragraph [0194] paragraph [0206] - paragraph [0218] examples 1-4	19,20
X	US 4 439 386 A (ANTCZAK THADDEUS [US]) 27 March 1984 (1984-03-27)	1-9, 12-18
Y	figure 1 column 4, line 9 - line 18 column 4, line 67 - line 69 column 5, line 32 - column 6, line 55	19,20
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 May 2012

Date of mailing of the international search report

30/05/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gemeinböck, Gerald

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/053785

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	AFENDI M ET AL: "Bubble free resin for infusion process", COMPOSITES PART A: APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V., AMSTERDAM, NL, vol. 36, no. 6, 1 June 2005 (2005-06-01), pages 739-746, XP004812790, ISSN: 1359-835X, DOI: 10.1016/J.COMPOSITESA.2004.10.030	1-8,10, 12-18
Y	Kapitel "Experimental"; page 741, right-hand column - page 754 figure 3	19,20
X,P	----- EP 2 353 826 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10 August 2011 (2011-08-10) paragraph [0040] - paragraph [0065]; figures 1-4	1-8,10, 12-20
Y	----- DE 602 10 729 T2 (SIEMENS AG [DE]) 12 April 2007 (2007-04-12) cited in the application paragraph [0011] - paragraph [0035]; figures 1-11 -----	19,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/053785

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007182071	A1	09-08-2007	AU 2005213807 A1 25-08-2005
			EP 1721719 A1 15-11-2006
			KR 20060134105 A 27-12-2006
			US 2007182071 A1 09-08-2007
			US 2011192531 A1 11-08-2011
			WO 2005077632 A1 25-08-2005

US 4439386	A	27-03-1984	NONE

EP 2353826	A1	10-08-2011	CA 2729531 A1 28-07-2011
			CN 102139518 A 03-08-2011
			EP 2353826 A1 10-08-2011
			JP 2011156866 A 18-08-2011
			NZ 590584 A 22-12-2011
			US 2011183029 A1 28-07-2011

DE 60210729	T2	12-04-2007	AT 323593 T 15-05-2006
			DE 60210729 T2 12-04-2007
			DK 200101745 A 14-05-2003
			EP 1310351 A1 14-05-2003
			ES 2262747 T3 01-12-2006
			US 2003116262 A1 26-06-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B29C70/44 B29C70/48 B29C70/54
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B29C B29D B29B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/182071 A1 (SEKIDO TOSHIHIDE [JP] ET AL) 9. August 2007 (2007-08-09)	1-18
Y	Anspruch 1; Abbildung 11 Absatz [0057]; Abbildungen 5, 8 Absatz [0192] - Absatz [0194] Absatz [0206] - Absatz [0218] Beispiele 1-4	19,20
X	US 4 439 386 A (ANTCZAK THADDEUS [US]) 27. März 1984 (1984-03-27)	1-9, 12-18
Y	Abbildung 1 Spalte 4, Zeile 9 - Zeile 18 Spalte 4, Zeile 67 - Zeile 69 Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 6, Zeile 55 ----- -/-	19,20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Mai 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gemeinböck, Gerald

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	AFENDI M ET AL: "Bubble free resin for infusion process", COMPOSITES PART A: APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V., AMSTERDAM, NL, Bd. 36, Nr. 6, 1. Juni 2005 (2005-06-01), Seiten 739-746, XP004812790, ISSN: 1359-835X, DOI: 10.1016/J.COMPOSITESA.2004.10.030	1-8,10, 12-18
Y	Kapitel "Experimental"; Seite 741, rechte Spalte - Seite 754 Abbildung 3	19,20
X,P	----- EP 2 353 826 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. August 2011 (2011-08-10) Absatz [0040] - Absatz [0065]; Abbildungen 1-4	1-8,10, 12-20
Y	----- DE 602 10 729 T2 (SIEMENS AG [DE]) 12. April 2007 (2007-04-12) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0011] - Absatz [0035]; Abbildungen 1-11 -----	19,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/053785

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2007182071	A1	09-08-2007	AU	2005213807	A1		25-08-2005	
			EP	1721719	A1		15-11-2006	
			KR	20060134105	A		27-12-2006	
			US	2007182071	A1		09-08-2007	
			US	2011192531	A1		11-08-2011	
			WO	2005077632	A1		25-08-2005	

US 4439386	A	27-03-1984	KEINE					

EP 2353826	A1	10-08-2011	CA	2729531	A1		28-07-2011	
			CN	102139518	A		03-08-2011	
			EP	2353826	A1		10-08-2011	
			JP	2011156866	A		18-08-2011	
			NZ	590584	A		22-12-2011	
			US	2011183029	A1		28-07-2011	

DE 60210729	T2	12-04-2007	AT	323593	T		15-05-2006	
			DE	60210729	T2		12-04-2007	
			DK	200101745	A		14-05-2003	
			EP	1310351	A1		14-05-2003	
			ES	2262747	T3		01-12-2006	
			US	2003116262	A1		26-06-2003	
